



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 15 220.5
22 Anmeldetag: 26. 4. 94
43 Offenlegungstag: 2. 11. 95

DE 44 15 220 A 1

71 Anmelder:

Karl Fischer Industrieanlagen GmbH, 13509 Berlin, DE

74 Vertreter:

Pfanning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K., Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte; Bergmann, J., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 10707 Berlin; Nöth, H., Dipl.-Phys.; Reitzle, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Kraus, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 80336 München

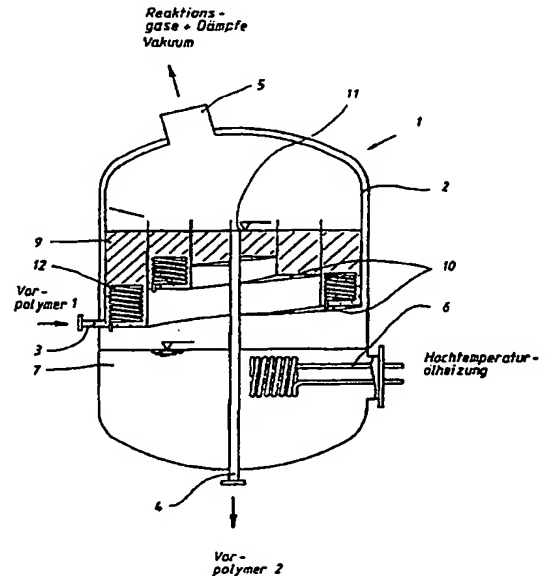
72 Erfinder:

Schulz van Endert, Eike, Dipl.-Ing., 13467 Berlin, DE; Hoffmann, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 10439 Berlin, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Polyestern

57 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von faser- und filmbildenden, gesättigten Polyestern vorgeschlagen, bei dem im wesentlichen Terephthalsäure oder andere Dicarbonsäure bzw. der Ester der Terephthalsäure in einer Ver-/Umesterungsstufe mit Äthylenglykol oder anderen Diolen zur Reaktion gebracht werden und in einer mehrere Reaktoren aufweisenden Kondensationsstufe vor- und nachpolykondensiert werden. Zumindest während der unter konstantem Vakuum durchgeführten Vorkondensation wird das Reaktionsprodukt einem zusätzlichen, fallenden hydrostatischen Druck entsprechend einer vorgegebenen Funktion ausgesetzt, wobei der hydrostatische Anfangsdruck größer ist als der hydrostatische Enddruck. Das Reaktionsprodukt wird in einen offenen Kanal eingeleitet, dessen Bodenhöhe sich derart ändert, daß die Flüssigkeitshöhe des Reaktionsprodukts nach einer vorgegebenen Funktion abnimmt.



DE 44 15 220 A 1

Aus dem europäischen Patent 0 244 546 ist ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von Polyestern bekannt, bei dem eine Mischung aus z. B. Terephthalsäure und z. B. Ethylenglykol in einen Veresterungsreaktor gepumpt und dort verestert, anschließend einem weiteren Reaktor zugeführt, in dem die Veresterungsreaktion im wesentlichen abgeschlossen wird, und eine Vorkondensation beginnt. Das entstandene Reaktionsprodukt wird anschließend in einem ersten als Entgasungsgefäß ausgebildeten Vakuumreaktor vorkondensiert und danach die Vorkondensation in einem zweiten Vakuumreaktor fortgesetzt. Die Nachkondensation erfolgt in einem dritten Vakuumreaktor, der als Reaktor mit rotierenden Scheiben ausgebildet sein kann.

Bei der Veresterung und nachfolgenden Polykondensation von beispielsweise PTA und EG sollte der Prozeß gezielt derart gesteuert werden, daß einerseits die sogenannte Nachveresterung, zu der ein Überschuß des Diols vorhanden sein muß, parallel mit der Polymesterung (Polykondensation) in optimaler Weise abläuft; andererseits wird während der Polykondensation wird die Kettenlänge durch Abreaktion des Diols erhöht. Zu jeder Phase der Reaktion und im Endprodukt muß somit ein optimales Verhältnis der COOH/OH-Gruppen vorliegen, um gut verspinnbare Fäden und Filme zu erhalten. Andererseits muß die Verlustziffer von flüchtigen, niedermolekularen Oligomeren so niedrig gehalten werden, damit das Verfahren ökonomisch betrieben werden kann.

Um diese Ziele zu erreichen, muß der Druck bei dem obengenannten Verfahren nach dem Stand der Technik in den hintereinandergeschalteten Reaktoren in Stufen von über-/atmosphärischem Druck auf etwa 1 mbar erniedrigt werden, wobei gleichzeitig die Reaktionstemperatur üblicherweise abgestuft von 250 bis 260°C auf 275 bis 290°C erhöht wird. Bei den Reaktoren nach dem Stand der Technik kann aufgrund ihrer Ausbildung als gerührte oder ungerührte Kaskaden der Druck und die Temperatur nur stufenweise erniedrigt bzw. erhöht werden. Die jeweils abrupten Änderungen der Verfahrensparameter in den einzelnen Reaktoren sind dem Ablauf der Reaktion schädlich und führen bei nicht sachgerechter Abstufung der Parameter zu Produkten, bei denen das Verhältnis der COOH/OH-Endgruppen so ungünstig liegt, daß u. a. erhöhte Mengen des Monoesters, also nur teilreagiertes Produkt sowie Diester und cyclische Triester im Produkt vorliegt, die dann in der Vakuumphase der Polykondensation mit dem Diol ausdampft und in den nachgeschalteten Kondensations- und Vakuumeinrichtungen zu Ablagerungen und damit Betriebsstörungen führen. Im Fertigprodukt führen die niedermolekularen Anteile (Oligomere) beim Spinnen von Filamenten zu Fadenabrissen und Schlieren bzw. "Fischaugen" bei Folien und Filmen.

Aus der US 2 727 882 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Polymerisation bekannt, bei denen das Reaktionsprodukt in einer Säule von unten nach oben durch eine Vielzahl von in sich abgeschlossenen Kammern durch den sich bildenden Reaktionsdampf nach oben transportiert wird, wobei sich von Kammer zu Kammer der Druck, begrenzt durch Abtauchung oder Düsenplatten, bis zum Enddruck in der obersten Kammer abbaut und gleichzeitig die Temperatur erhöht wird. Der Nachteil dieser Ausführungsform ist die schwierige Einstellung eines stabilen Zu-

standes, der von der erzeugten Dampfmenge des Reaktionswassers und des Diols abhängt und damit den Anwendungsbereich hinsichtlich unterschiedlichen Durchsatzleistungen, unterschiedlichen Produkten und deren Qualität einschränkt.

Die bei den mehrstufigen Verfahren z. B. nach der EP 0 244 546 verwendeten Reaktoren zur Vorkondensation weisen Rührwerke auf, die die Aufgabe haben, das Reaktionsprodukt so zu bewegen, daß jedes Teilchen möglichst oft direkt dem anliegenden Druck ausgesetzt wird, um die Diffusion der gebildeten Reaktionsgase und -dämpfe in den Gasraum bei gleichzeitig homogenisierender und einen guten Wärmetausch mit der Behälterwand liefernder Wirkung zu ermöglichen. Es sind eine Reihe von geeigneten Rührwerken bekannt, die aber im wesentlichen den Niedrigviskosenbereich bzw. den Hochviskosenbereich abdecken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem kontinuierlichen Verfahren zur Herstellung von Polyester insbesondere den Nachveresterungs-/Umesterungs- und Vorkondensationsprozeß dahingehend zu verbessern, daß der Reaktionsdruck, dem das Produkt bei der Vorkondensation ausgesetzt ist, kontinuierlich erniedrigt wird und die Produkttemperatur gleichzeitig kontinuierlich ansteigt, so daß der Kinetik der Reaktion die besten Voraussetzungen geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs sowie durch die Merkmale des nebengeordneten Vorrichtungsanspruchs gelöst.

Dadurch, daß der Reaktor einen Kanal für das Reaktionsprodukt aufweist, der so ausgebildet ist, daß der statische Druck und damit die Flüssigkeitshöhe vom Eintritt des Produkts in den Kanal bis zu seinem Austritt nach einer vorgegebenen, stetigen Funktion abnimmt, wird das durch den Kanal geförderte Reaktionsprodukt im Mittel einer kontinuierlichen Druckerniedrigung ausgesetzt.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich. Besonders vorteilhaft ist, wenn der Reaktor zylindrisch und der Kanal ausgehend von der Behälterwand zur Mitte hin spiralförmig ausgebildet sind, wobei der Kanal in einem Überlauf oder Reservoir zur Niveauregelung endet. Vorteilhafterweise sind der Reaktor und/oder die Kanalwänden für eine Temperaturerhöhung des Reaktionsprodukts beheizt und/oder es sind zusätzliche Heizflächen in den Kanal eingebracht. Durch die variable Festlegung des Anstiegswinkels des Kanalbodens, sowie der Kanalbreite und der Produkthöhen, können Verweilzeit, Druckabnahme und Temperaturerhöhung so gewählt werden, daß sie der Kinetik der Reaktion gehorchen.

Durch Vorsehen von strömungs- und dampfleitenden Einbauten im Kanal kann die Durchmischung des Reaktionsprodukts gesteuert und die Auflösung von Großdampfblasen erreicht werden.

Die Anordnung der Rührvorrichtung im Reservoir für das aus dem Kanal austretende Reaktionsprodukt, die als ein- oder zweigängiger Schneckenrührer ausgebildet ist, der mittig einen Rückströmzylinder aufweist, erlaubt eine hohe Geschwindigkeit der Neubildung von Oberflächen zur Restentgasung und das gesamte Produktvolumen nimmt nun gleichmäßig an der Schlußreaktion entsprechend dem angelegten Reaktordruck teil, wobei Toträume sowie Strömungsbrüche vermieden werden und ein guter Wärmetausch an der Behälterwand stattfindet. Selbst für den Fachmann erstaunlich

und nicht vorhersehbar tritt das an sich erwartete "Rotieren" des Produkts nicht oder nur in sehr geringem Maße auf und die entsprechend der Erfindung ausgebildete Rührvorrichtung erreicht nicht im niedrigviskosen Bereich und im hochviskosen Bereich, sondern im mittelvviskosen Bereich die gewünschte Wirkung.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist, daß anstelle der üblichen zwei oder mehr Reaktoren für die Nachveresterung/Umesterung und Vorkondensation (siehe EP 0 244 546) nur ein Reaktor notwendig ist, um die gleiche Wirkung zu erzielen. Daher kann das an sich bekannte Verfahren zur Herstellung von PET oder PBT oder anderen Co-PET mit nur drei Reaktoren durchgeführt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine Aufsicht auf einen Kanal der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3a einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel mit Rührvorrichtung,

Fig. 3b die schematische Ansicht eines Reaktors mit zwei Ebenen, d. h. zwei übereinander angeordneten Kanälen,

Fig. 3c einen Schnitt durch einen Reaktor mit mehreren Reaktionsebenen und Reservoir mit Rührer,

Fig. 3d ein Anwendungsbeispiel mit Entspannungskammer, und

Fig. 4 eine Seitenansicht auf die in dem Reaktor nach Fig. 1 verwendete Rührvorrichtung.

In Fig. 1 ist ein Reaktor 1 dargestellt, dessen Gehäuse 2 mindestens einen Zulauf 3 für die Zufuhr des zu behandelnden Reaktionsgutes, einen Ablauf 4 für die Weiterleitung des vorkondensierten Reaktionsguts in eine weitere Reaktorstufe sowie einen Abzugsstutzen 5 für die Abführung der bei der Vorkondensation entstehenden flüchtigen Stoffen, aufweist.

Im oberen Bereich des Reaktors befindet sich ein Kanal 9, der näher in Fig. 2 dargestellt ist. Der Kanal 9 läuft spiralförmig von der Wand des Gehäuses zu dessen Mitte hin, d. h. spiralförmig von außen nach innen, wobei der Anfang des Kanals mit dem Zulauf 3 in Verbindung steht. Der Kanalboden 10 hat, wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, eine sich stetig ändernde Höhe des Bodens 10, derart, daß der Boden 10 in seiner Abwicklung eine schiefe Ebene bildet. Die Höhe des Bodens 10 muß sich jedoch nicht linear ändern, sondern auch entsprechend einer beliebigen stetigen mathematischen Funktion, wobei diese Funktion jedoch entsprechend den gewünschten Reaktionsablauf gewählt wird.

Der Kanal 9 mündet in einen Überlauf 11, aus dem das Produkt über den Ablauf 4 abgeführt wird.

Im unteren Teil des Reaktors 1 befindet sich ein Wärmeträgersumpf 7, in dem ein Dampferzeuger 6 angeordnet ist, wobei das Reaktionsgut durch dampfförmiges Wärmeträgeröl beheizt wird.

In dem Kanal 9 sind entsprechend der gewünschten, an das Reaktionsgut zu übertragenden Wärme Heizkörper 12 vorgesehen, wobei jedoch anstelle oder zusätzlich dieser Heizkörper 12 auch die Kanalwandungen beheizt sein können.

Durch die beschriebene Anordnung des Kanals 9 wird die Flüssigkeitshöhe des Reaktionsprodukts stetig verringert, wodurch beispielsweise ein mittleres Teilchen des Reaktionsprodukts, d. h. ein Teilchen auf halber Flüssigkeitshöhe und in der Mitte des Kanals einem

Druck $p_{T1} = p + p_{m1stat} = p + (p \cdot h_1)$ ausgesetzt ist und schließlich am Ende einen Enddruck von $p_{T2} = p + p_{m2stat} = p + (p \cdot h_2)$ erreicht, wobei p der Druck im Reaktionsraum p_{m1stat} und p_{m2stat} jeweils der mittlere statische Druck und h_1 und h_2 die Höhe des Produkts am Produkteintritt und am Produktaustritt ist und wobei p_{m1stat} größer als p_{m2stat} ist.

Wenn das Reaktionsprodukt zugeführt wird, tritt am Anfang des Kanals 9 eine starke Blasenbildung durch Verdampfung von Reaktionsdiol und Wasser auf. Deswegen kann hier entsprechend Fig. 3d, in der ein langgestreckter Kanal 9 dargestellt ist, eine geschlossene Vorentspannungskammer 30 vorgesehen sein, in der der angelegte Druck p noch nicht voll wirksam wird und Überschußglykol bei höherem Druck entfernt wird. Die Überleitung des Produkts in den Kanal 9 wird mittels eines abgetauchten Wehres 31 ausgeführt. Während des Weges durch den Kanal wird die Reaktion unter weiterer Blasenbildung dadurch, daß der statische Druck im Produkt stetig abnimmt und stetig Wärme zugeführt wird, in Gang gehalten, wobei das Vorpolymer beim Durchlauf auch eine Vergleichmäßigung erfährt. Zur Durchmischung und Auflösung der Blasen können im Kanal 9 strömungs- und dampfleitende Einbauten vorgesehen sein, wobei die Heizkörper 12 diese Funktion ausführen können. Der Steigungswinkel des Kanalbodens, die Kanalbreite und -form und die Produktthöhen können variabel so festgelegt werden, daß Verweilzeit, Druckabnahme und Temperaturerhöhung der Kinetik der Reaktion gehorchen.

Hinsichtlich der Form des Kanals sind Wandanordnungen denkbar, die der Entwicklung von Prozeßdampf Rechnung tragen, der in Form von Blasen in bezug auf den Kanalquerschnitt nach oben zu verstärkt gebildet wird. Beispielsweise kann der Kanal im Querschnitt trapezförmig ausgebildet sein, wobei die Breite des Kanalbodens dann vorzugsweise geringer ist als die Breite des Flüssigkeitsspiegels.

In einer weiteren Ausführungsform (Fig. 3a) ist der Reaktor 1 durch eine Trennwand 8 in zwei Reaktionsräume 32, 33 für eine unterschiedliche Behandlung des Reaktionsgutes getrennt.

Das durch den Überlauf 11 in den unteren Reaktionsraum 33 fließende Reaktionsgut bildet dort ein Reservoir, wobei sich die Reaktion fortsetzt und weiter Reaktionsdämpfe entstehen. Für eine gute Durchmischung und Oberflächenbildung des Reaktionsprodukts im Reaktionsraum 33 ist eine Rührvorrichtung 13 vorgesehen, die später genauer beschrieben wird. Darüber hinaus sind die Wände des Behälters 2 beheizt, wodurch ein guter Wärmetausch von der Behälterwand zum Produkt stattfindet. Auch die Rührvorrichtung 13 oder Teile davon können beheizt sein. Zusätzlich zu der Rührvorrichtung 13 kann im Reservoir ein Dampferzeuger vorgesehen sein, der die Reaktion unterstützt.

Im beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Kanal in dem stehenden zylindrischen Reaktor spiralförmig von außen nach innen ausgeführt, er kann auch von innen nach außen laufen. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen der Kanal abgewinkelt oder gestreckt vorliegt, es müssen jedoch der Anwendungszweck und die Festigkeit berücksichtigt werden.

In Fig. 3b ist ein schematisches Beispiel dargestellt, bei dem zwei Kanäle 15, 16 übereinander angeordnet sind, wobei beispielsweise das Produkt bei 14 in den unteren Kanal 15 eingeführt wird, über ein barometrisches Rohr 17 oder dergleichen am Kanalende des unteren Kanals 15 in den Eintritt des oberen Kanals 16 geleitet

tet wird, den Kanal 16 durchläuft und bei 18 wieder aus dem Reaktor austritt. Es können auch noch weitere Stufen vorgesehen werden (Fig. 3b), um zu einer sinnvollen Aufteilung der Gesamtreaktion zu kommen, sofern eine absolute Stetigkeit des Druckabbaus nicht gefordert ist. In Fig. 3b wird das Produkt in den Kanal 9 der obersten Ebene eingeleitet und von dem Kanal 9 der untersten Ebene in den das Reservoir bildenden unteren Bereich des Reaktors geführt. Beispielhaft sind in den durch Leitungen jeweils verbundenen Kanalebenen oder Stufen bei dem Verfahren verwendete Druckwerte angegeben.

Bei dem auf mehreren Ebenen verteilten Kanal können auch die Reaktionsdämpfe getrennt vom Produkt abgeführt werden oder durch Venturi-Düsen oder sonstige auch einstellbare Verengungen des Dampfkanals von Ebene zu Ebene geführt werden, um dann gemeinsam abgesaugt zu werden.

Auch kann der Kanal im unteren Bereich des Reaktors liegen und es kann eine Zwischenkammer vorgesehen werden, aus der das Reaktionsprodukt in ein Reservoir fließt, in dem es mit einer Rührvorrichtung bewegt wird. Über die Zwischenbehälter kann eine Niveauregelung vorgenommen werden, wodurch eine besondere Flexibilität hinsichtlich der Durchsatzleistung und Einstellung der optimalen Werte entsprechend der Kinetik der Reaktion erreicht wird.

In Fig. 4 ist die in dem Reaktor 1 nach Fig. 3a verwendete Rührvorrichtung 13 genauer dargestellt, wobei der Antrieb nicht mit gezeigt ist. Die Rührvorrichtung ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als zweigängiger Schneckenrührer ausgebildet und weist als wesentliche Bestandteile zwei Förderschaukeln 19 als Abschnitte einer Schnecke und einen mittleren Rückströmzylinder 20 auf, an dem die Förderschaukeln 19 entlanglaufen. Die Förderschaukeln 19 bilden mit dem Rückströmzylinder eine feste Tragkonstruktion, die an der nicht dargestellten Rührwelle mit Ankern befestigt ist.

Der Rückströmzylinder 20 weist im oberen Bereich Einschnitte 21 auf, die die Bildung von Oberflächen zur Entgasung fördern. Im unteren Bereich sind Ausnehmungen 22 in dem Zylinder 20 angeordnet, die für eine ausreichende Zuströmung des Produkts zu den Förderschaukeln 19 sorgen. Die Förderschaukeln sind zu dem Zylinder 20 hin geneigt ausgebildet und weisen an ihrer Peripherie eine Randbegrenzung 23 auf, wodurch einerseits der Abfluß vom Produkt nach außen zur Wand des Behälters und andererseits eine Rückströmung zwischen Wand und Schnecke reduziert wird. Auch die Förderschaukeln 19 können Lochungen zur Durchmischung des Produkts aufweisen.

Das Verhältnis des Durchmessers D der Förderschaukeln 19 zu dem Durchmesser d des Zylinders 20 sollte in etwa 2 : 1 betragen.

Die nicht dargestellte Rührwelle kann von oben oder unten angetrieben werden und je nach Ausführung kann ein Fußlager vorgesehen werden, um eine kleinstmögliche Randgängigkeit des Rührers zur Wand einzuhalten.

Zur Behandlung anderer Kunststoffe, die einem erhöhten Wärmebedarf verursacht durch Ausdampfung von Reaktionsgasen unterliegen, kann der Schneckenrührer und/oder sein Rückströmzylinder vorteilhafterweise doppelwandig so ausgeführt werden, daß eine vollständige Beheizung, wobei der Wärmeträger durch die Rührwelle zu- und abgeführt wird, erfolgen kann. Der besondere Vorteil ist dabei, daß der Wärmeübertragungskoeffizient aufgrund der hohen Re-Zahlen an den Schneckensegmenten gegenüber anderen Rührerformen höher ist.

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von faser- und filmbildenden, gesättigten Polyestern, bei dem im wesentlichen Terephthalsäure oder andere Dicarbonsäuren bzw. der Ester der Terephthalsäure in einer Ver-/Umesterungsstufe mit Äthylenglykol oder anderen Diolen zur Reaktion gebracht werden und in einer mehrere Reaktoren aufweisenden Kondensationsstufe vor- und nachpolykondensiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest während der unter konstantem Vakuum durchgeführten Vorkondensation das Reaktionsprodukt einem zusätzlichen, fallenden hydrostatischen Druck entsprechend einer vorgegebenen Funktion ausgesetzt wird, wobei der hydrostatische Anfangsdruck größer ist als der hydrostatische Enddruck.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsprodukt in dem Reaktor mit einer abnehmenden Flüssigkeitshöhe während der Nachveresterung/Umesterung und der Vorkondensation vorzugsweise von außen nach innen geführt wird und in einen Überlauf, ein Reservoir oder einen Ablauf geleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Reaktionsproduktes im wesentlichen kontinuierlich aber zwangsläufig erhöht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt in dem Reservoir einer Nachreaktion unter stetigem Rühren ausgesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsprodukt nach Eintritt in den Reaktor einer Vorentspannung zur Entfernung von Überschuß-Diol bei vermindertem Druck ausgesetzt wird.
6. Vorrichtung zur Herstellung von Polyester mit mindestens einem oder einer Mehrzahl von Reaktoren zur Veresterung, Vorkondensation und Nachkondensation, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Reaktor (1) zur Nachveresterung/Umveresterung und Vorkondensation ein mit einem Zulauf in Verbindung stehender offener Kanal (9) vorgesehen ist, dessen Bodenhöhe sich derart ändert, daß die Flüssigkeitshöhe des Reaktionsprodukts ausgehend vom Zulauf nach einer vorgegebenen Funktion abnimmt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (9) spiralförmig ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der mit dem Kanal (9) in Verbindung stehende Zulauf in der Reaktorwand angeordnet ist und das Reaktionsprodukt von außen zur Mitte des Reaktors fließt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal in seiner Abwicklung einen als schiefe Ebene ausgebildeten Kanalboden aufweist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mitte des Reaktors (1) ein Überlauf (11) vorgesehen ist, in dem der Kanal (9) endet.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Reaktor (1) ein Reservoir vorgesehen ist, daß das aus dem Ka-

- nal (9) austretende Reaktionsprodukt aufnimmt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Kanäle (15, 16) in einem Reaktor zur Bildung von Reaktorebenen übereinander angeordnet sind, wobei das Ende des einen Kanals (15) mit dem Anfang des anderen Kanals (16) über eine Zulaufleitung (17) miteinander verbunden ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktorebenen in einem Reaktor derart übereinander angeordnet sind, daß sich über dem Produkteintrittskanal ein höherer Druck ausbildet als der über dem Produktaustrittskanal angelegte Druck.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Produkteintrittszone als geschlossene barometrisch abgetauchte Überlaufkaskade ausgebildet ist, in der Reaktionsdampf und Produkt gemeinsam oder getrennt über ein Wehr (31) geführt werden, das in den Kanal (9) eintaucht.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalwandungen beheizt sind.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kanal (9) Heizmodule (12) oder sonstige Wärmeüberträger angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß strömungs- und dampfleitende Einbauten im Kanal vorgesehen sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6, 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal in abgewinkelter oder gestreckter Form ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Reservoir für das aus dem Kanal (9) austretende Reaktionsprodukt eine Rührvorrichtung (13) angeordnet ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Rührvorrichtung als ein- oder zweigängiger Schneckenrührer ausgebildet ist, der zentrisch mittig einen Rückströmzylinder (20) aufweist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (20) zur Erzielung von veränderbaren Verweilzeiten im oberen Bereich Ausschnitte (21) und/oder Lochungen aufweist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Rand des Zylinders (20) über dem unteren Rand der Förderschaukeln (19) des Schneckenrührers endet und/oder daß der Zylinder (20) im unteren Bereich Ausnehmungen (22) aufweist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderschaukeln (19) zum Zylinder hin geneigt sind.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderschaukeln (19) Lochungen aufweisen.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneckenrührer mit dem Rückströmzylinder (20) eine form- und drehmomentstabile Einheit bildet und mittels Verankerungen an der Antriebswelle befestigt ist.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Schnecken-

rührer und/oder der Rückströmzylinder zur Beheizung mit einem Wärmedium doppelwandig ausgeführt sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

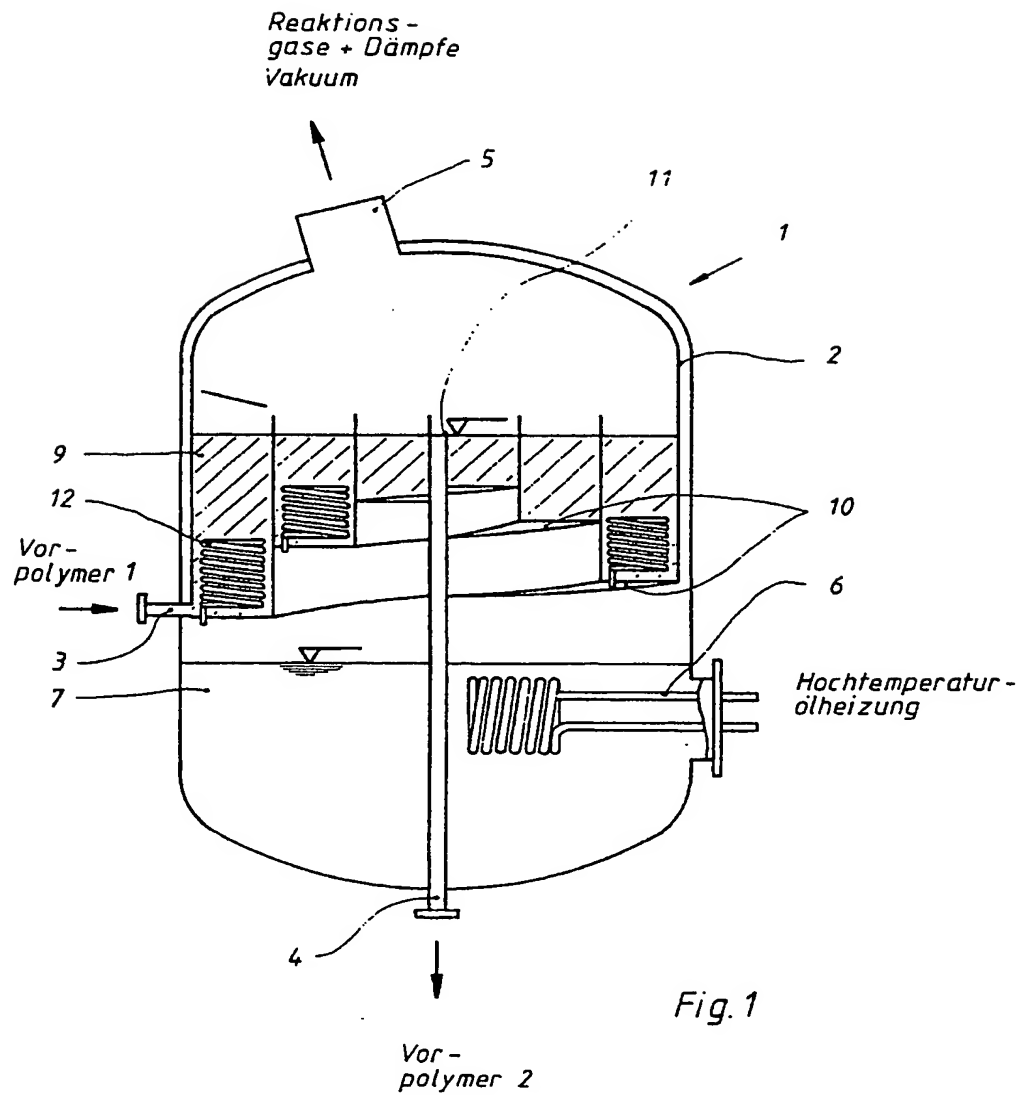


Fig. 1

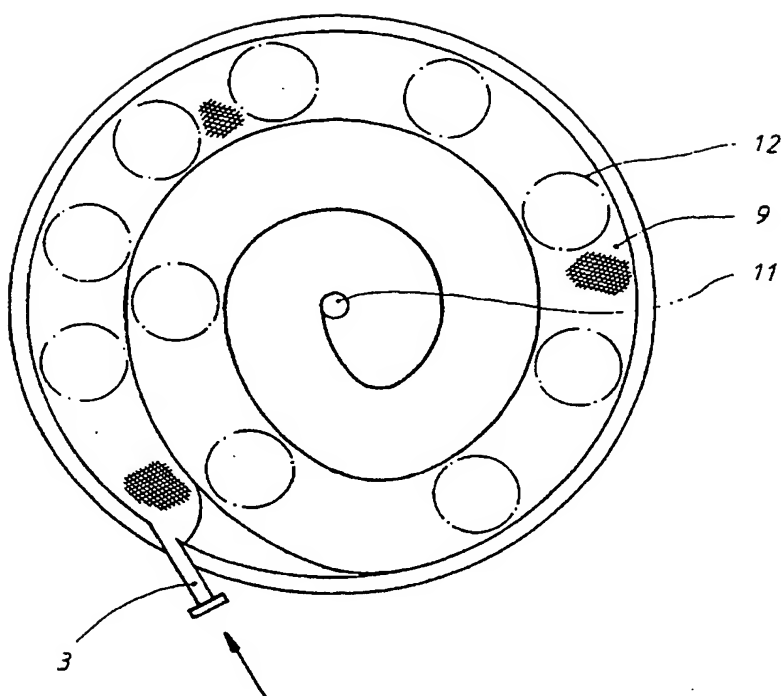
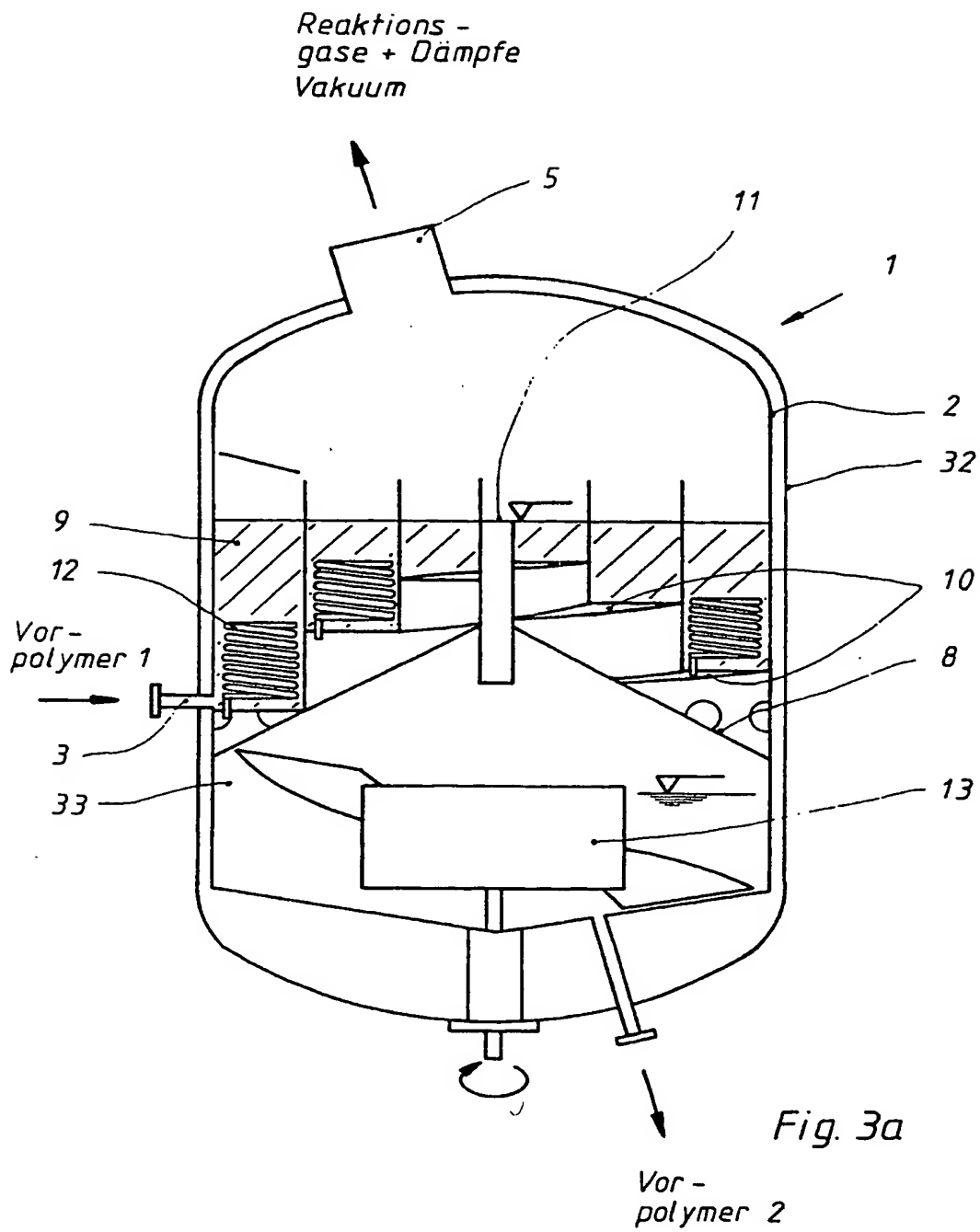


Fig. 2



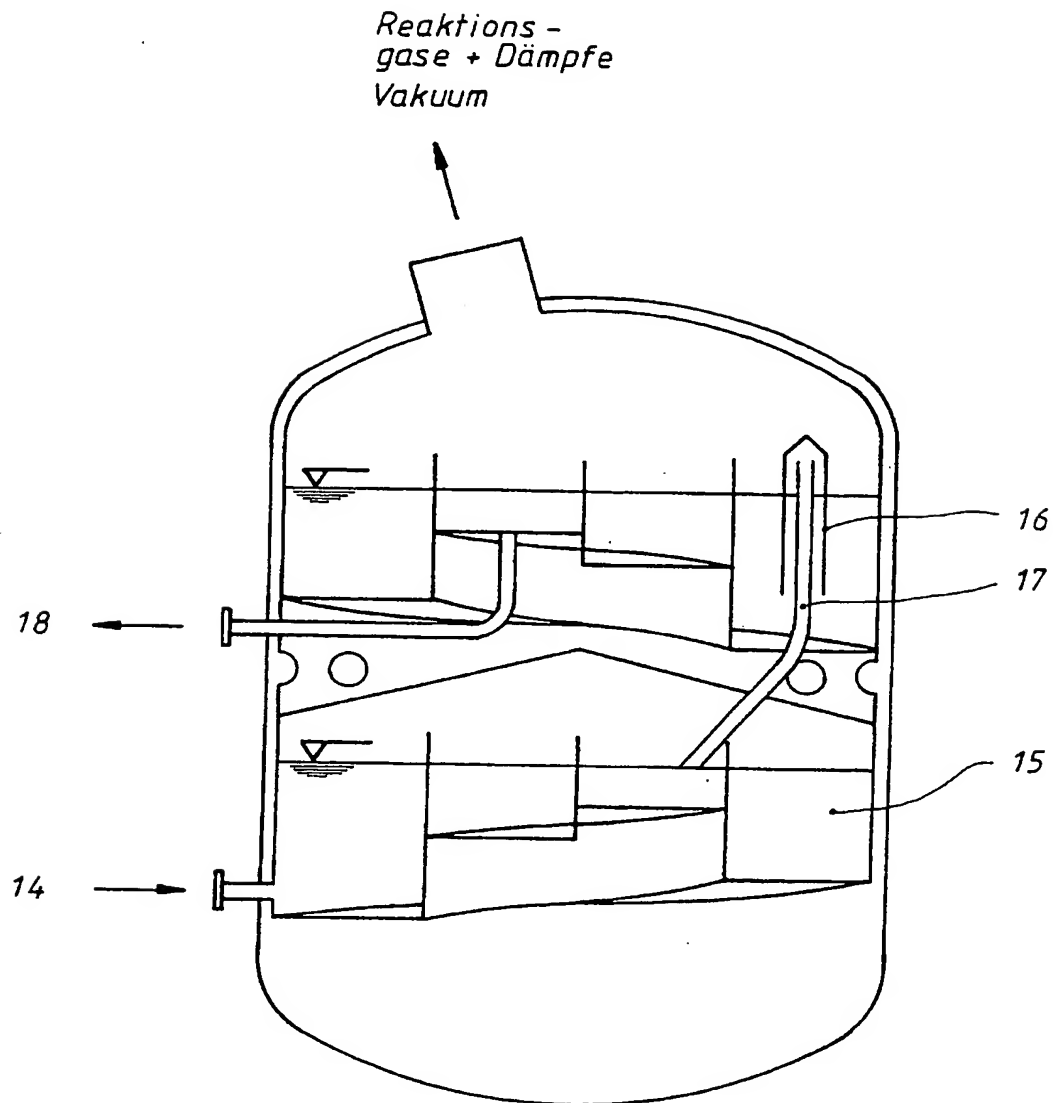


Fig. 3b

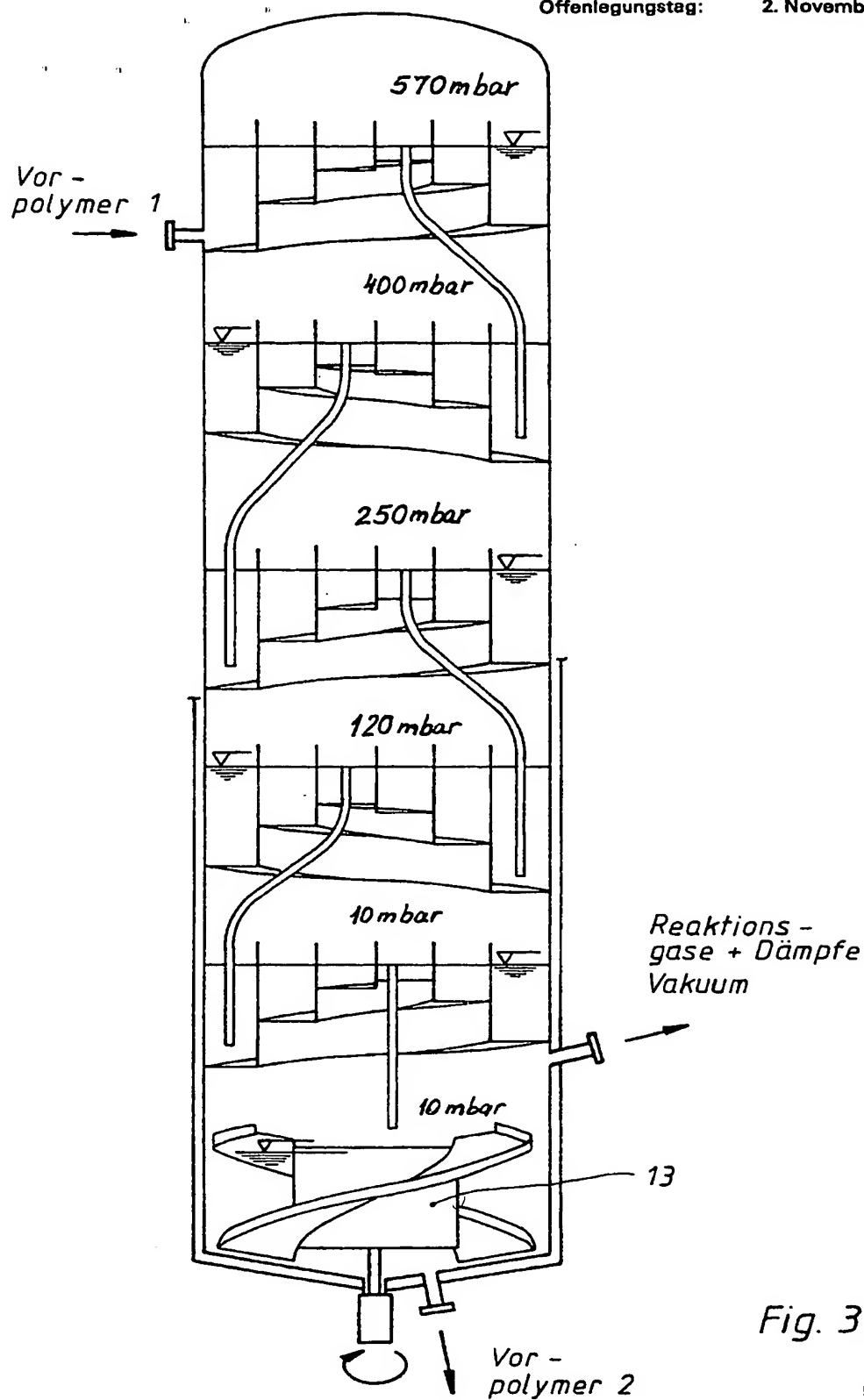


Fig. 3c

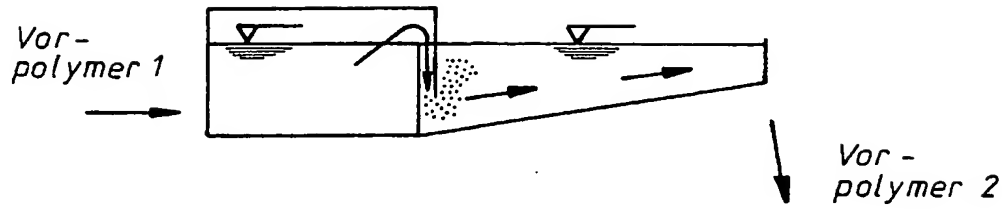


Fig. 3d

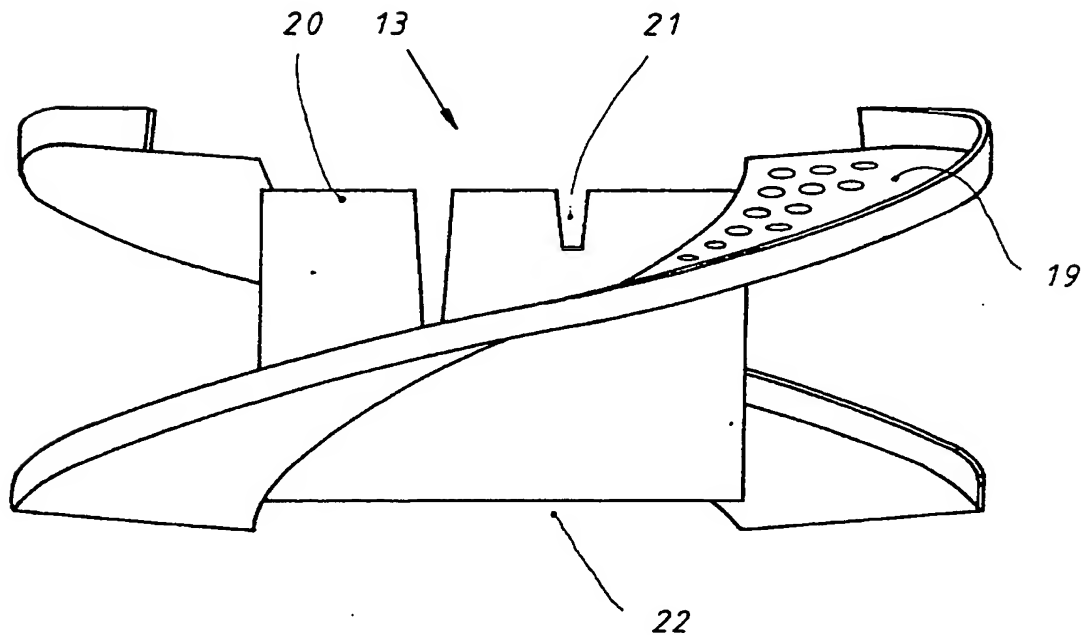


Fig. 4